



Revista Andaluza de Medicina del  
Deporte

ISSN: 1888-7546

ramd.ccd@juntadeandalucia.es

Centro Andaluz de Medicina del Deporte  
España

Herrero, A.J.; Martín, J.; Benito, P.J.; Gonzalo-Martínez, I.; Chulvi-Medrano, I.; García-López, D.; NSCA Spain  
Posicionamiento de la National Strength and Conditioning Association -Spain.  
Entrenamiento con electroestimulación de cuerpo completo  
Revista Andaluza de Medicina del Deporte, vol. 8, núm. 4, 2015, pp. 155-162  
Centro Andaluz de Medicina del Deporte  
Sevilla, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323343413004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Artículo especial

## Posicionamiento de la *National Strength and Conditioning Association-Spain*. Entrenamiento con electroestimulación de cuerpo completo



A.J. Herrero<sup>a,b,\*</sup>, J. Martín<sup>a</sup>, P.J. Benito<sup>c</sup>, I. Gonzalo-Martínez<sup>c,d</sup>, I. Chulvi-Medrano<sup>e</sup>,  
D. García-López<sup>a</sup> y NSCA Spain

<sup>a</sup> Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Europea Miguel de Cervantes, Valladolid, España

<sup>b</sup> Centro de Investigación en Discapacidad Física, Fundación ASPAYM Castilla y León, Valladolid, España

<sup>c</sup> Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

<sup>d</sup> Elements Research Group, Asociación Profesional de Entrenamiento Personal, España

<sup>e</sup> Instituto Internacional del Deporte y las Ciencias Aplicadas, Valencia, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 18 de marzo de 2015

Aceptado el 21 de mayo de 2015

#### Palabras clave:

Electroestimulación integral  
Chalecos de electroestimulación  
Electroestimulación de cuerpo completo  
Composición corporal  
Fuerza muscular

#### Keywords:

Integral electromyostimulation  
Electromyostimulation vest  
Whole body electromyostimulation  
Body composition  
Muscle strength

### R E S U M E N

El objetivo de este artículo fue establecer, a partir de una revisión sistemática sobre la metodología del entrenamiento y los efectos sobre el organismo de la electroestimulación de cuerpo completo (en inglés, *whole body electromyostimulation* [WB-EMS]), el posicionamiento de la *National Strength and Conditioning Association* (NSCA)-Spain al respecto. Se buscaron en *PubMed*, *Web of Science*, *Physiotherapy Evidence Database* y *Google Académico* estudios que aplicasen WB-EMS en miembro superior e inferior, describiendo claramente el protocolo. Se analizaron 9 artículos. El protocolo habitual de entrenamiento con WB-EMS consistió en 3 sesiones de 20-30 min cada 2 semanas (85 Hz y ratio contracción-reposo de 4-4 o 6-4 s). La WB-EMS parece un medio poco eficaz para mejorar la fuerza máxima y no hay evidencias rigurosas que indiquen que disminuya la grasa corporal. La relación entre riesgo asumido y beneficio aportado hace que sean más recomendables otros métodos para la mejora de la fuerza muscular y para la modificación de la composición corporal.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## National Strength and Conditioning Association-Spain position stand. Whole-body electromyostimulation training

### A B S T R A C T

The aim of this paper was to establish the position of the Spanish delegation of the National Strength and Conditioning Association (NSCA)-Spain about the methodology of training and the effects on the body of whole-body electromyostimulation (WB-EMS), from a systematic review. We searched *PubMed*, *Web of Science*, *Physiotherapy Evidence Database* and *Google Scholar* studies applying WB-EMS in the upper and lower limbs, which clearly described the protocols. Nine studies were analyzed. The usual WB-EMS training protocol consisted of 3 sessions every two weeks, lasting 20-30 min (85 Hz with a contraction-rest ratio of 4-4 or 6-4 s). The WB-EMS seems few effective to improve maximum strength and there is lack of evidence about its benefit to decrease body fat. The relationship between risk and profit makes other training methods more appropriate to improve muscle strength and body composition.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [jaherrero@uemc.es](mailto:jaherrero@uemc.es) (A.J. Herrero).

## Posicionamento da *National Strength and Conditioning Association*-Spain. Treinamento com eletroestimulação do corpo completo

### R E S U M O

#### Palavras-chave:

Eletroestimulação integral  
Vestimenta de eletroestimulação  
Eletroestimulação de corpo inteiro  
Composição corporal  
Força muscular

O objetivo deste artigo foi estabelecer, a partir de uma revisão sistemática sobre a metodologia do treinamento e os efeitos sobre o organismo da eletroestimulação de corpo completo (WB-EMS), o posicionamento do *National Strength and Conditioning Association* (NSCA)-Spain, a respeito. Buscou-se no *PubMed*, *Web of Science*, *Physiotherapy Evidence Database* e Google Acadêmico estudos que aplicassem WB-SEM em membro superior e inferior, descrevendo claramente o protocolo. Se analisaram 9 artigos. O protocolo habitual de treinamento com WB-EMS consistiu em 3 sessões de 20–30 min cada 2 semanas (85 Hz e relação de contração-reposo de 4–4 ou 6–4 s) A WB-EMS parece ser um meio pouco eficaz para melhorar a força máxima e não há evidências rigorosas que indiquem que diminua a gordura corporal. A relação entre o risco assumido e benefício apontado faz com que outros métodos de treinamento sejam mais adequados para melhorar a força muscular e composição corporal.

© 2015 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Introducción

La electroestimulación es una técnica utilizada desde hace décadas en los ámbitos de la rehabilitación y del entrenamiento. Esta técnica puede ser aplicada de forma invasiva, por medio de agujas (p.ej., electroacupuntura), o de forma no invasiva por medio de electrodos de superficie (p.ej., TENS). Cuando se aplica por medio de electrodos, puede contraer directamente la musculatura (electroestimulación muscular) o contraerla indirectamente mediante la activación de las ramas terminales de los axones neurales (electroestimulación neuromuscular [EMS]). La EMS se suele aplicar de forma local mediante la colocación de electrodos en el vientre muscular, lo más cercanos posible al punto motor. Diferentes artículos de revisión han mostrado la eficacia de la EMS local para mejorar la fuerza muscular y producir adaptaciones neurales en sujetos sanos<sup>1–6</sup>, en pacientes tras una intervención quirúrgica<sup>7–9</sup> y en pacientes con enfermedades crónicas<sup>10,11</sup>. La EMS también puede aplicarse de forma no local, mediante la utilización de trajes o chalecos, lo que se conoce como electroestimulación de cuerpo completo (en inglés, *whole body electromyostimulation* [WB-EMS]). Este tipo de entrenamiento<sup>12</sup> permite estimular simultáneamente hasta 14–18 regiones corporales (ambos muslos, ambos brazos, nalgas, abdomen, pecho, zonas baja de la espalda, zona alta de la espalda, dorsal ancho y 4 opciones libres) con un área total de electrodos de 2800 cm<sup>2</sup>.

En los últimos 5 años se han creado en España más de 500 centros de entrenamiento que aplican WB-EMS a sus clientes, y la demanda de esta tecnología va en aumento. Las casas que comercializan estos aparatos aseguran en sus páginas web que con este medio de entrenamiento «se consigue activar musculatura profunda», «10 minutos equivalen a 4 horas de pesas», «adelgaza», «quema grasas hasta 72 horas después de un entrenamiento», «mejora la fuerza, el salto vertical, la resistencia y tonifica», «es el primer sistema que mejora la velocidad en atletas de élite» y «comprobado científicamente»<sup>13–15</sup>. Sin embargo, en estos sitios web no se cita ningún artículo científico serio que respalde estos mensajes. Como institución comprometida con el entrenamiento basado en la evidencia, la *National Strength and Conditioning Association* [NSCA]-Spain publica este posicionamiento, cuyo propósito es revisar el estado del conocimiento sobre la metodología del entrenamiento con WB-EMS sobre los efectos que tiene en el organismo y establecer si puede considerarse una forma de entrenamiento eficaz y segura.

### Metodología

#### Búsqueda electrónica y criterios de inclusión

Este artículo se trata de una revisión sistemática, para la cual se ha realizado una búsqueda en las siguientes bases de datos: *PubMed* (desde 1951 hasta el presente), *Web of Science* (desde 1970 hasta el presente), *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) (desde 1929 hasta el presente) y Google académico. Las combinaciones de términos utilizadas en estas bases de datos fueron [*Whole body AND (electrostimulation OR electromyostimulation) OR miha bodytec*] en las 3 primeras bases de datos mencionadas, y [*Whole body electrostimulation OR Whole body electromyostimulation OR electroestimulación de cuerpo completo OR electroestimulación integral OR miha bodytec*] en Google académico. La última búsqueda electrónica se realizó el 23 de febrero de 2015. Las referencias citadas en los artículos encontrados también fueron revisadas para localizar más estudios.

La lista de títulos y resúmenes arrojada por la búsqueda fue analizada minuciosamente para seleccionar artículos que cumplieren los siguientes criterios de inclusión: a) aplicación de WB-EMS de forma simultánea en miembro superior y miembro inferior; b) proporcionar información sobre el protocolo de EMS aplicado, al menos para el grupo de intervención, y c) incluir mediciones de la condición física o de la composición corporal.

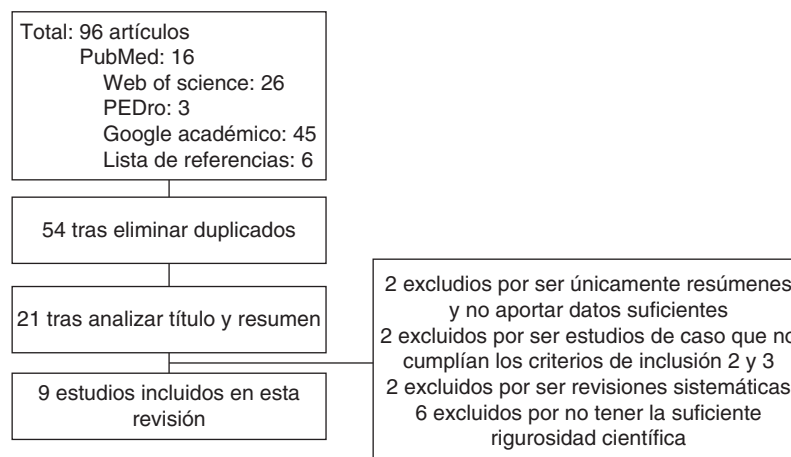
#### Extracción de datos

Los datos extraídos fueron: tipo de artículo, características de la muestra (tamaño, sexo, edad, nivel de entrenamiento), protocolo de entrenamiento (duración del estudio, sesiones totales, sesiones por semana, contracciones por sesión, duración de la sesión, número de grupos musculares entrenados), parámetros de la corriente (electroestimulador, tipo de corriente, ancho de impulso, frecuencia, tiempo de contracción, tiempo de reposo, *duty cyle*, intensidad) y principales resultados.

### Resultados

#### Selección de estudios

Los diferentes pasos de la búsqueda electrónica se resumen en la [figura 1](#). Se identificaron un total de 96 artículos con los parámetros de búsqueda anteriormente indicados. Tras eliminar los artículos que aparecían por duplicado, quedaron 54. Se leyeron



**Figura 1.** Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda de artículos.

detalladamente el título y el resumen para eliminar aquellos que no cumplían los criterios de inclusión. Finalmente, 2 resúmenes<sup>16,17</sup> y 2 estudios de caso<sup>18,19</sup> fueron excluidos por no aportar datos suficientes sobre los protocolos de entrenamiento aplicados, y otros 2 no se incluyeron por tratarse de revisiones sistemáticas<sup>3,20</sup>. También se excluyeron 4 observaciones no publicadas<sup>21-24</sup>, una contribución a un congreso<sup>25</sup> y una publicación de divulgación científica<sup>26</sup>. De los 9 estudios originales que se incluyen en esta revisión, 8 evalúan efectos crónicos y uno, efectos agudos.

#### Estudios incluidos

En la [tabla 1](#) se resumen las características de los 8 estudios que evaluaron los efectos crónicos de la aplicación de WB-EMS, así como del estudio que evaluó efectos agudos<sup>27</sup>. Pese a que en la [tabla 1](#) se muestran 9 estudios, todos los datos corresponden únicamente a 4 fases experimentales diferentes. Tres de estas fases corresponden a fases de efectos crónicos. La cuarta fase corresponde al estudio de efectos agudos. Se aprecian diferentes publicaciones duales, puesto que 3 artículos publicados en alemán<sup>28-30</sup> están publicados en inglés con exactamente los mismos datos<sup>12,31,32</sup>. Además, 2 estudios de Kemmler et al.<sup>31,33</sup> son idénticos, con la diferencia de que en el primero de ellos solamente se analizaron los datos de los sujetos cuya circunferencia de cintura era superior a 80 cm en el pretest. Respecto a los participantes, los estudios de efectos crónicos han sido llevados a cabo en personas de más de 60 años, generalmente en mujeres posmenopáusicas con osteopenia y osteoporosis (TEST-I y TEST-III). En 2 fases experimentales participaron sujetos sedentarios (TEST-II y TEST-III), mientras que en otras 2 participaron sujetos acostumbrados a entrenar (TEST-I y el estudio de Kemmler et al.<sup>27</sup>).

#### Protocolos de entrenamiento

Puesto que todos los estudios publicados sobre efectos crónicos se basan en 3 fases experimentales (TEST-I, TEST-II y TEST-III), la [tabla 2](#) resume las principales características de los protocolos de entrenamiento con WB-EMS aplicados en ellas. En el TEST-I todos los sujetos realizaron 2 sesiones de entrenamiento en grupo supervisadas (60-65 min) y 2 sesiones de entrenamiento en casa (20-25 min) por semana<sup>34</sup>. Estas sesiones incluyeron ejercicio aeróbico, saltos multilaterales y ejercicios de fuerza (1-3 series, 6-12 repeticiones, 70-85% 1RM). Además de esto, el grupo experimental realizó un entrenamiento con WB-EMS en el que se ejecutaron 15 ejercicios dinámicos con pequeños rangos de movimiento<sup>34</sup>. En

el TEST-II el grupo experimental llevó a cabo un entrenamiento de fuerza consistente en 5-7 ejercicios (2 series, 8-10 repeticiones) con WB-EMS superpuesta<sup>28</sup>. En este estudio el grupo control ejecutó ejercicios de estiramiento (6 ejercicios, 2 series, 40-60 s por repetición) sobre plataformas vibratorias en sesiones de 18 min con una frecuencia de 30 Hz, una amplitud de 1.7 mm y una aceleración de 1.3 a 2.2 g<sup>28</sup>. Finalmente, en el TEST-III el grupo experimental realizó en cada sesión 10-14 ejercicios dinámicos sin carga adicional (1-2 series de 8 repeticiones); la velocidad y la intensidad de estos ejercicios fueron consideradas bajas<sup>31</sup>. El grupo control entrenó durante 2 periodos de 10 semanas, separados por otras 10 semanas entre medias, a razón de una sesión de 60 min por semana. Este grupo realizó los mismos ejercicios de fuerza que el grupo experimental (8-10 ejercicios, 2 series, 8 repeticiones)<sup>31</sup>.

#### Parámetros de la electroestimulación de cuerpo completo

En todos los estudios consultados se utilizó el mismo aparato de entrenamiento (MIHA bodytec®, Augsburg, Alemania), que administra una onda bipolar. El ancho de pulso utilizado fue siempre 350  $\mu$ s. Dos estudios aplicaron 2 corrientes distintas durante la misma fase experimental<sup>28,34</sup>, mientras que otros 2 estudios aplicaron una única corriente<sup>27,31</sup>. En el TEST-I se aplicaron 2 corrientes diferentes: una de 85 Hz y otra de 7 Hz durante 10 min cada una<sup>34</sup>. En el resto de estudios se aplicó una corriente de 85 Hz. Los tiempos de contracción oscilaron entre 4 y 6 s, mientras que los tiempos de reposo fueron siempre de 4 s. El tiempo de todos los estudios fue cero. El *duty cycle*, que es la relación entre el tiempo de contracción y el tiempo de un ciclo contracción-reposo, osciló entre el 50 y el 60%. Finalmente, para expresar la intensidad del entrenamiento varios estudios utilizaron una escala de esfuerzo percibido (RPE), solicitando a los sujetos que alcanzasen una intensidad entre «algo duro» y «duro»<sup>28,29,31,34</sup>. En el estudio de efectos agudos, la intensidad administrada fue la máxima tolerada por los sujetos<sup>27</sup>.

#### Principales resultados

##### Gasto calórico

A nivel agudo, una sesión de entrenamiento con WB-EMS en varones jóvenes (26.3 años), en comparación con la misma sesión de entrenamiento con el traje de WB-EMS puesto pero sin administrar corriente, supuso un gasto calórico un 17% mayor ( $412 \pm 60$  kcal·h<sup>-1</sup> respecto a  $352 \pm 70$  kcal·h<sup>-1</sup>,  $p < 0,01$ )<sup>27</sup>. Sin embargo, tras un periodo de entrenamiento de 14 semanas con WB-EMS el gasto calórico en reposo no se modificó, aconteciendo lo mismo en el grupo control (GE: -0.2%, GC: -5.3%)<sup>34</sup>.

**Tabla 1**

Características de los participantes de los estudios incluidos en esta revisión

Artículo	Grupo	Sujetos (n)	Sexo	Edad	Nivel de entrenamiento
Kemmler et al. <sup>34</sup> (TEST-I)	GE	15	M	65.6	> 3 años entrenamiento
	GC	15	M	63.3	> 3 años entrenamiento
Kemmler et al. <sup>28</sup> (TEST-II)	Este artículo está en alemán y se ha resumido en inglés en Kemmler et al. <sup>32</sup>				
Kemmler et al. <sup>29</sup> (TEST-III)	Este artículo está en alemán y se ha publicado una copia idéntica en inglés en Kemmler et al. <sup>31</sup>				
Kemmler et al. <sup>32</sup> (TEST-I y TEST-II)	El primer estudio que resume duplica el estudio de Kemmler et al. <sup>34</sup>				
	GE	14	H	69	Sedentarios con síndrome metabólico
	GC	14	H		Sedentarios con síndrome metabólico
Kemmler et al. <sup>30</sup> (TEST-III)	Este artículo está en alemán y se ha publicado una copia idéntica en inglés en Stengel et al. <sup>12</sup>				
Kemmler et al. <sup>31</sup> (TEST-III)	GE	32	M	74.7	Sedentario
	GC	28	M	74.7	Sedentario
Kemmler et al. <sup>33</sup> (TEST-III)	GE	23	M	74.7	Sedentario CCin > 80 cm
	GC	23	M	74.7	Sedentario CCin > 80 cm
Stengel et al. <sup>12</sup> (TEST-III)	GE	32	M	74.7	Sedentario
	GC	28	M	74.7	Sedentario
Kemmler et al. <sup>27</sup>	Diseño cruzado aleatorizado	19	H	26.3	5-8 h ejercicio/semana durante los últimos 2 años

CCin: circunferencia cintura; GC: grupo control; GE: grupo experimental; H: hombre; M: mujer.

### Composición corporal

Tras un programa de entrenamiento con WB-EMS la masa muscular aumentó en las 3 fases experimentales (TEST-I, TEST-II y TEST-III) respecto al grupo control<sup>28,31-34</sup>. En el TEST-I la masa muscular fue evaluada indirectamente mediante el consumo metabólico en reposo determinado por calorimetría indirecta<sup>34</sup>. En el TEST-II y en el TEST-III la masa muscular se evaluó mediante absorciometría dual de rayos X<sup>28,31</sup>. La circunferencia de cintura disminuyó, no así la circunferencia de cadera<sup>34</sup>. La suma de pliegues cutáneos<sup>34</sup> y la masa grasa total<sup>28</sup> disminuyeron en 2 fases experimentales (TEST-I y TEST-II), no así en el TEST-III, en donde tampoco se modificó la masa grasa abdominal<sup>31</sup>. Sin embargo, si en el TEST-III se analizan únicamente los datos de las personas que tenían una circunferencia de cintura inicial superior a 80 cm, la masa grasa abdominal y del muslo disminuyeron<sup>33</sup>. La densidad mineral ósea tampoco se modificó respecto al grupo control tras 54 semanas de entrenamiento<sup>12</sup>.

### Fuerza máxima

El entrenamiento con WB-EMS fue capaz de mejorar la fuerza máxima de los extensores del tronco, de los extensores de la rodilla y de prensión manual, respecto a los grupos control (tabla 4).

### Discusión

Esta revisión muestra que actualmente hay un número de estudios muy reducido sobre el entrenamiento con WB-EMS. La primera referencia a la WB-EMS data de 2002<sup>23</sup>, si bien el primer artículo publicado en una revista indexada en ISI-JCR apareció en 2010<sup>34</sup>. Por tanto, la WB-EMS es un medio de entrenamiento muy reciente cuya práctica se ha extendido enormemente antes de que

existan evidencias científicas sobre sus efectos, ya sean favorables o adversos.

Los participantes de la mayoría de los estudios revisados fueron personas mayores con osteopenia, osteoporosis<sup>31,34</sup> o síndrome metabólico<sup>28</sup>. La validez externa de los estudios analizados es, por tanto, reducida y no deberían generalizarse los resultados a otras poblaciones. Por otro lado, la validez interna de los estudios analizados hay que valorarla con cierta cautela. En el TEST-I<sup>34</sup> el grupo experimental realiza el mismo programa de ejercicio que el grupo control más las sesiones de entrenamiento con WB-EMS, por lo que la carga de entrenamiento es desigual en ambos grupos. En el TEST-II<sup>28</sup> el grupo experimental realiza un programa de ejercicios de fuerza con WB-EMS superpuesta, mientras que el grupo control realiza ejercicios de estiramiento sobre una plataforma vibratoria. En el TEST-III<sup>31</sup> el grupo experimental entrena durante 54 semanas en sesiones de 19 min, mientras que el grupo control hace 2 bloques de entrenamiento de 10 semanas en sesiones de 60 min. Por tanto, ninguno de los estudios tiene un grupo control que permita discernir si es el programa de ejercicios realizado durante las sesiones de WB-EMS o la propia corriente lo que produce las adaptaciones observadas. También llama la atención que, tratándose de personas sedentarias no acostumbradas a entrenar<sup>28,31</sup>, no se mencione en los artículos que los sujetos realizasen sesiones de familiarización con las pruebas de valoración de la fuerza muscular. Se ha descrito que en hombres y mujeres sedentarias con una media de edad de 63 años es necesario llevar a cabo al menos 3 sesiones de familiarización para tener una medida fiable de la fuerza muscular<sup>35</sup>.

En los estudios analizados el protocolo de WB-EMS habitual consistió en 3 sesiones cada 2 semanas, con una duración de entre 20-30 min en las que se aplicó una corriente de 85 Hz con una ratio contracción-reposo de 4-4 o 6-4 s (tablas 2 y 3). La corriente se aplica en 8-10 regiones corporales de forma simultánea, mientras

**Tabla 2**

Características de los protocolos de entrenamiento aplicados a los grupos que recibían WB-EMS en las 3 fases experimentales (TEST-I, TEST-II y TEST-III) en las que se basan los estudios revisados

Artículo	Duración estudio (semanas)	Sesiones totales	Sesiones por semana	Contracciones por sesión	Duración sesión (min)	Regiones corporales entrenadas (n)
Kemmler et al. <sup>34</sup> (TEST-I)	14	–	1 cada 4-5 días	Programa A: 75 Programa B: CC	20 (10 + 10)	10
Kemmler et al. <sup>28</sup> (TEST-II)	14	20	2 cada 10 días	Durante 15 min: CC Durante 15 min: 112	30	8
Kemmler et al. <sup>31</sup> (TEST-III)	54	80	3 cada 2 semanas	~ 110	18-19	8

CC: corriente continua; WB-EMS: whole body electromyostimulation.

**Tabla 3**

Parámetros de la corriente aplicada durante los entrenamientos con WB-EMS

Artículo	Ancho de impulso (μs)	Frecuencia (Hz)	Tiempo contracción (s)	Tiempo reposo (s)	Duty cycle (%)	Intensidad
Kemmler et al. <sup>34</sup> (TEST-I)	350	Programa A: 85	Programa A: 4	Programa A: 4	50	RPE:1-7 (sobre 10)
Kemmler et al. <sup>28</sup> (TEST-II)	350	Programa B (CC): 7 Durante 15 min (CC): 85	–	–	–	De moderada a alta
Kemmler et al. <sup>31</sup> (TEST-III)	350	Durante 15 min: 85	4	4	50	RPE: 14-16
Kemmler et al. <sup>27</sup>	350	85	6	4	60	
			4	4	50	Máxima tolerable

CC: corriente continua; RPE: escala de esfuerzo percibido; WB-EMS: *whole body electromyostimulation*.

los sujetos realizan ejercicios dinámicos de fortalecimiento. En la revisión sistemática de Filipovic et al.<sup>3</sup> se indica que la EMS local ha sido capaz de aumentar la fuerza máxima isométrica desde un 22% hasta un 58% y la fuerza máxima dinámica desde un 3% hasta un 79%. Respecto a la WB-EMS, los mayores incrementos constatados de fuerza máxima isométrica son del 9%<sup>3</sup> o del 15%<sup>28</sup>, y los de fuerza máxima dinámica, del 14%<sup>3</sup>. Las razones por las cuales la WB-EMS es menos efectiva para mejorar la fuerza máxima que la EMS local podrían ser:

- La EMS local se suele aplicar de forma isométrica, por lo que la fuerza muscular evocada por la corriente es mucho mayor (59% de la máxima contracción voluntaria de media en los 35 artículos analizados en Filipovic et al.<sup>20</sup>); con WB-EMS, al entrenarse de forma dinámica, no hay posibilidad de cuantificar la intensidad de la contracción.
- La fuerza de la contracción depende de la intensidad de corriente tolerada y las adaptaciones al entrenamiento dependen, a su vez, de la fuerza de la contracción<sup>4</sup>; cuando un músculo está

**Tabla 4**

Principales resultados de las variables evaluadas en los estudios que entrenaron con WB-EMS incluidos en esta revisión

Artículo	Grupo	Composición corporal	Fuerza máxima
Kemmler et al. <sup>34</sup> (TEST-I)	GE	Suma pliegues: –8.6% <sup>*</sup> CCin: –2.3% <sup>*</sup> CCad: –2.3%	FMI-ET: +9.9% <sup>*</sup> FMI-ER: +9.6% <sup>**</sup>
	GC	Suma pliegues: +1.4% CCin: +1.0% <sup>*</sup> CCad: +1.3%	FMI-ET: –6.4% FMI-ER: –4.5%
Kemmler et al. <sup>28,32</sup> (TEST-II)	GE	Masa muscular apendicular: +0.8% <sup>***</sup> Masa grasa abdominal: –6.8% <sup>**</sup> Masa grasa total: –6.3% <sup>***</sup> CCin: –5.6% <sup>*</sup>	FMI-ER: +15% <sup>*</sup>
	GC	Masa muscular apendicular: –1.1% Masa grasa abdominal: –0.9% Masa grasa total: –1.4% CCin: –3.3%	FMI-ER: +3%
Kemmler et al. <sup>31</sup> (TEST-III)	GE	Masa muscular apendicular: +0.4% <sup>**</sup> Masa magra corporal: +0.8% <sup>**</sup> Masa grasa abdominal: –2.9% Masa grasa total: –0.8%	FMI-ET: +10.1% <sup>*</sup> FMI-ER: +9.8% <sup>**</sup>
	GC	Masa muscular apendicular: –1.5% <sup>**</sup> Masa magra corporal: –0.8% <sup>**</sup> Masa grasa abdominal: +1.5% Masa grasa total: –0.4%	FMI-ET: –1.6% FMI-ER: +0.2% <sup>*</sup>
Kemmler et al. <sup>33</sup> (TEST-III <sup>a</sup> )	GE	Masa muscular apendicular: +0.5% <sup>***</sup> Masa magra muslo: +0.5% <sup>***</sup> Masa grasa abdominal: –1.2% <sup>***</sup> Masa grasa muslo: –0.8% <sup>***</sup> CCin: –1.1% <sup>**</sup>	FMI-ER: +9.1% <sup>**</sup>
	GC	Masa muscular apendicular: –0.8% Masa magra muslo: –0.9% Masa grasa abdominal: +2.4% Masa grasa muslo: +1.0% CCin: +1.0%	FMI-ER: +1.0%
Stengel et al. <sup>12</sup> (TEST-III)	GE	DMO-L: +0.6% DMO-F: –0.9% Masa magra corporal: +0.7% <sup>**</sup>	FMI prensión manual: +10.5% <sup>*</sup>
	GC	DMO-L: –0.6% DMO-F: –1.0% Masa magra corporal: –0.8%	FMI prensión manual: +2.2%

CCad: circunferencia cadera; CCin: circunferencia cintura; DMO-F: densidad mineral ósea de la zona proximal del fémur; DMO-L: densidad mineral ósea de la zona lumbar (L1-L4); FMI-ER: fuerza máxima isométrica de los extensores de la rodilla; FMI-ET: fuerza máxima isométrica de los extensores del tronco; GC: grupo control; GE: grupo experimental;

<sup>a</sup> TEST-III seleccionando a los sujetos que tenían una circunferencia de cintura > 80 cm.

\*\*\*, \*\*, \*: diferencias respecto al grupo control con  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  y  $p < 0.001$ , respectivamente.



acortado, por ejemplo cuando se entrena de forma dinámica con WB-EMS, la intensidad tolerada no es muy elevada, ya que el dolor percibido aumenta considerablemente, limitándose el reclutamiento de unidades motrices<sup>36</sup>.

- c) En la EMS local el *duty cycle* habitual suele ser del 16.7 o del 23.8%, mientras que en la WB-EMS suele ser del 50 o del 60%; cuanto mayor es el *duty cycle*, mayor es la fatiga muscular y, en consecuencia, la fuerza generada por la corriente decae rápidamente<sup>37</sup>; en el entrenamiento con EMS isométrica se ha establecido un *duty cycle* óptimo en torno al 20%<sup>37,38</sup>.
- d) Cuanto mayor es la frecuencia utilizada, mayor es la fatiga muscular producida<sup>39</sup>; por encima de 70 Hz la fuerza muscular no incrementa sustancialmente, pero sí lo hace la fatiga<sup>39</sup>; por tanto, los 85 Hz habituales que se utilizan con WB-EMS, teniendo en cuenta el elevado *duty cycle*, quizá sean demasiado elevados y podría resultar más interesante aplicar corrientes de 50 Hz, también utilizadas para mejorar la fuerza con EMS<sup>1,20</sup>.
- e) Con EMS local la colocación de los electrodos es más precisa, pues estos se ubican sobre los puntos motores de la musculatura a entrenar. Esta colocación de electrodos hace que la corriente sea más cómoda de tolerar y maximiza el reclutamiento espacial de unidades motrices, haciendo que la fuerza generada por la contracción sea mayor<sup>40</sup>.

Si a todo lo expuesto se añade que diferentes revisiones llegan a la conclusión de que el entrenamiento tradicional es más efectivo para incrementar la fuerza muscular en sujetos sanos que la electroestimulación<sup>1,2</sup>, se puede intuir que la WB-EMS es un medio poco eficaz para la mejora de la fuerza muscular.

El estudio de Kemmler et al.<sup>27</sup> sobre el gasto calórico tiene un diseño experimental muy robusto. Además de ser un diseño cruzado aleatorio, en la situación que los participantes realizaban los mismos ejercicios en la situación experimental, con el chaleco puesto pero sin administrarse corriente para equiparar el nivel de sudoración. Este estudio muestra que una sesión de 16 min con WB-EMS genera un gasto calórico de  $412 \pm 60 \text{ kcal} \cdot \text{h}^{-1}$ , lo que supone un mayor consumo que la situación control ( $352 \pm 70 \text{ kcal} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $p < 0.01$ ). El autor expresa el gasto calórico por hora; teniendo en cuenta que la sesión dura 16 min, podemos calcular que el gasto calórico de una sesión de entrenamiento con WB-EMS es de 110 kcal, respecto a las 94 kcal de la misma sesión sin electroestimulación. La diferencia en el número de calorías por sesión parece reducida, y aun así surge la duda de si esta diferencia pudiera deberse a un incremento del metabolismo glucolítico o lipídico, pues la WB-EMS se oferta en los centros de entrenamiento como un sistema que adelgaza. En los estudios revisados encontramos casos en los que la WB-EMS fue efectiva para disminuir el porcentaje de grasa<sup>28,33,34</sup> y casos en los que no lo fue<sup>31</sup>. Como se ha comentado previamente, los diseños experimentales utilizados en estos estudios no permiten esclarecer si es la WB-EMS la causante de esta pérdida de grasa. Además, ninguno de los estudios revisados indica que se controlase la dieta de los participantes. Respecto a la EMS local, los niveles de ATP durante una sesión de entrenamiento de 45 min se mantienen constantes, principalmente por la depleción del glucógeno muscular por vía anaeróbica (primeros 15 min, aproximadamente) y por vía aeróbica (del min 15 al 45, aproximadamente), contribuyendo de forma muy reducida a la producción de ATP los ácidos grasos libres<sup>41</sup>. Cuando se ha analizado la influencia de un programa de entrenamiento con EMS local sobre la grasa abdominal no se han observado modificaciones en los pliegues cutáneos valorados mediante técnicas cineantropométricas<sup>42,43</sup> o corporal<sup>42,45</sup>. En los estudios que han aplicado WB-EMS, en el mejor de los casos el porcentaje de grasa corporal total y abdominal disminuyeron un 6.3 y un 6.8%, respectivamente, tras 14 semanas de entrenamiento<sup>31</sup>, cuando una combinación de ejercicio aeróbico y

dieta durante 8 semanas en mujeres con sobrepeso es capaz de disminuir el porcentaje de grasa corporal un 11% y el tejido adiposo abdominal subcutáneo superficial un 32%<sup>46</sup>. Por lo tanto, no existen evidencias científicas consistentes que indiquen que la WB-EMS disminuya la grasa corporal, y las evidencias que existen respecto a la EMS local demuestran que no la reduce.

El principal autor de los trabajos revisados sobre WB-EMS señala como limitaciones de este medio<sup>32</sup>: a) el elevado coste de la tecnología subyacente ( $\sim 10\,000 \text{ €}$  el sistema, más  $\sim 1000 \text{ €}$  anuales en concepto de mantenimiento de chalecos y electrodos); b) necesidad de un supervisor de manera continua, y c) está contraindicado para personas con epilepsia, marcapasos cardíaco, trastornos circulatorios graves, hernia de abdomen o inguinal, tuberculosis, cáncer, perturbaciones neurológicas graves, enfermedades inflamatorias, tendencia a sangrados, piel irritada, heridas, quemaduras y enfermedades que afecten al metabolismo muscular (p.ej., diabetes). Además de estas limitaciones, bajo nuestro punto de vista existen otras, que describimos a continuación.

En la EMS local la corriente circula a través del músculo que se desea entrenar, colocándose los electrodos sobre él. Sin embargo, los chalecos de WB-EMS tienen los polos positivo y negativo de un mismo cable en diferentes lados de la línea media del cuerpo<sup>47</sup>. Esto implica que la corriente va de la zona pectoral, abdominal, dorsal y lumbar derecha a la respectiva zona izquierda. En el caso de los brazos y de las piernas, el polo positivo está en un brazo y el negativo en el otro, por lo que la corriente va de un brazo y de una pierna al miembro contralateral. Cuando la corriente viaja a través de nuestro organismo se propaga por los tejidos que menos resistencia ofrecen y, teniendo en cuenta que se está estimulando la zona pectoral y dorsal a la vez, se crea un campo eléctrico a través de la caja torácica que podría interferir con la función de órganos vitales como el corazón<sup>48</sup>. Curiosamente, varias empresas tradicionales del ámbito de la fisioterapia indican textualmente en los manuales de sus aparatos «no utilizar los 2 polos de un mismo canal a ambos lados de la línea media del cuerpo»<sup>49</sup>, o «no deben colocarse los electrodos de manera que apliquen corriente a través del tórax, podría causar arritmias cardíacas»<sup>50</sup>. Por lo tanto, se recomienda prudencia a la hora de aplicar este tipo de corrientes hasta que se esclarezcan sus efectos orgánicos.

Respecto a sus efectos sobre el sistema musculoesquelético, se han publicado 2 estudios de caso en los que se diagnosticó rabdomiolisis tras una sesión de 15–20 min con WB-EMS<sup>18,19</sup>. En el primero de ellos, un jugador de fútbol de 19 años alcanzó unos valores de concentración plasmática de creatinina (CK) de  $240\,000 \text{ U/l}$ , y otro jugador de fútbol, de 17 años, alcanzó valores de  $30\,170 \text{ U/l}$ <sup>19</sup>. En el segundo estudio se registró una CK de  $99\,477$  en una mujer sedentaria de 32 años<sup>18</sup>. La elevación de la CK, por encima de  $5000 \text{ U/l}$  (valores normales  $< 370 \text{ U/l}$ ) está asociada, aunque no necesariamente, al síndrome compartimental, insuficiencia renal aguda, arritmias y paro cardíaco<sup>51,52</sup>, requiriéndose una hospitalización inmediata del sujeto. En la literatura científica solo hemos encontrado un caso de rabdomiolisis con EMS local, en el cual un varón de 26 años presentó unos valores de CK de  $2917 \text{ U/l}$  tras utilizar un aparato de EMS en la musculatura abdominal<sup>53</sup>. La primera razón por la cual la WB-EMS genera tal daño muscular puede estar relacionada con la aplicación de intensidades de corriente elevadas (umbral del máximo dolor) a músculos que se están elongando, lo que podría causar daños mecánicos en los tejidos. La segunda razón podría estar relacionada con la combinación del patrón de reclutamiento de las unidades motrices (especialmente constante y temporalmente sincrónico)<sup>54</sup> y la elevada superficie de los electrodos ( $2800 \text{ cm}^2$ )<sup>12</sup>. La WB-EMS también podría generar daño muscular en el caso de que la corriente presentase componente galvánico; es decir, que la onda de corriente no sea perfectamente bifásica y compensada, aunque en teoría en los aparatos de WB-EMS lo es. La última razón podría estar relacionada con la aplicación de

corrientes sin tiempo de reposo. En este sentido, el sobreesfuerzo y los nuevos estímulos de ejercicio se han identificado como 2 de las causas predisponentes a la rabdomiolisis<sup>52</sup>. La aplicación de corrientes de cuerpo completo sin tiempos de reposo cumple con ambos preceptos. Pese a que no se indica detalladamente cómo entrenaron estas 3 personas<sup>18,19</sup>, se han descrito en la literatura aplicaciones de corrientes de 85 Hz de manera continua durante 15 min<sup>28</sup>, algo que se replica hoy en día en determinados centros de entrenamiento con WB-EMS. Además, mediante EMS local se ha demostrado que al aplicar una corriente de 50 Hz durante 15 o 10 s al cuádriceps femoral, la fuerza producida por la musculatura decaía drásticamente pasados 12.5 y 8.2 s, respectivamente<sup>55,56</sup>. En el caso del bíceps braquial, aplicar una corriente de 50 Hz durante 10 s mantenía los niveles de fuerza al máximo durante 2 s, disminuyendo progresivamente la fuerza durante los siguientes 8 s<sup>57</sup>. De cara a buscar cierta funcionalidad en el estímulo aplicado, tener durante 15 min 8 regiones corporales contraídas de forma simultánea, además de generar una tensión mínima en la musculatura debido a la fatiga, no parece que tenga ninguna transferencia a alguna actividad de la vida diaria o actividad deportiva.

Otras limitaciones de la WB-EMS son: a) la imposibilidad de controlar la intensidad de la EMS; no se puede evaluar la fuerza ejercida por la musculatura ni sería adecuado hablar de umbral del máximo dolor, pues la tolerancia depende del grado de elongación de la musculatura, y puesto que se entrena de forma dinámica, habría que estandarizar la posición de estimulación inicial, y b) es un medio de entrenamiento que puede resultar doloroso, pues la estimulación de nervios periféricos mediante corriente implica dolor, por lo que el cliente debería estar dispuesto a tolerarlo para entrenar.

En base a la revisión y al análisis realizados en el presente estudio, las conclusiones y recomendaciones que NSCA-Spain hace sobre la WB-EMS son:

1. Es un medio de entrenamiento sobre el que se han realizado muy pocas investigaciones. Estas parecen indicar que es un medio poco eficaz para la mejora de la fuerza máxima. El entrenamiento tradicional como primera opción, o la EMS local como segunda opción, son más eficaces para este propósito.
2. No hay evidencias suficientemente rigurosas que indiquen que disminuya la grasa corporal.
3. Se trata de un medio de entrenamiento muy reciente cuyos efectos colaterales sobre la salud se desconocen.
4. La relación entre riesgo asumido y beneficio aportado hace que sean más recomendables otros medios de entrenamiento para la mejora de la fuerza muscular y para la modificación de la composición corporal.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Bax L, Staes F, Verhagen A. Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? A systematic review of randomised controlled trials. *Sports Med*. 2005;35:191–212.
2. Dehail P, Duclos C, Barat M. Electrical stimulation and muscle strengthening. *Ann Readapt Med Phys*. 2008;51:441–51.
3. Filipovic A, Kleinöder H, Dormann U, Mester J. Electromyostimulation: A systematic review of the effects of different electromyostimulation methods on selected strength parameters in trained and elite athletes. *J Strength Cond Res*. 2012;26:2600–14.
4. Maffiuletti NA. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110:223–34.
5. Hortobagyi T, Maffiuletti NA. Neural adaptations to electrical stimulation strength training. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111:2439–49.
6. Vanderthommen M, Duchateau J. Electrical stimulation as a modality to improve performance of the neuromuscular system. *Exerc Sport Sci Rev*. 2007;35:180–5.
7. Imoto AM, Peccin S, Almeida GJM, Saconato H, Atallah AN. Effectiveness of electrical stimulation on rehabilitation after ligament and meniscal injuries: A systematic review. *Sao Paulo Med J*. 2011;129:414–23.
8. Kim KM, Croy T, Hertel J, Saliba S. Effects of neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction on quadriceps strength, function, and patient-oriented outcomes: A systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40:383–91.
9. Kittelson AJ, Stackhouse SK, Stevens-Lapsley JE. Neuromuscular electrical stimulation after total joint arthroplasty: A critical review of recent controlled studies. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2013;49:909–20.
10. Maddocks M, Gao W, Higginson IJ, Wilcock A. Neuromuscular electrical stimulation for muscle weakness in adults with advanced disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;1:CD009419.
11. Maffiuletti NA, Roig M, Karatzanos E, Nanas S. Neuromuscular electrical stimulation for preventing skeletal-muscle weakness and wasting in critically ill patients: A systematic review. *BMC Med*. 2013;11:137.
12. Stengel S, Bebenek M, Engelke K, Kemmler W. Whole-body electromyostimulation to fight osteopenia in elderly females: The randomized controlled Training and Electrostimulation Trial (TEST-III). *J Osteoporos*. 2015;2015:643520.
13. Efit Spain [sede Web] [consultado 24 Feb 2015]. Disponible en: <http://www.efitpain.es>
14. MihaBodytec [sede Web] [consultado 24 Feb 2015]. Disponible en: <http://mihabodytec.org/index.html>
15. X-Body [sede Web] [consultado 24 Feb 2015]. Disponible en: <http://www.xbodyworld.com/esp/>
16. Kemmler W, von Stengel S, Mayhew J. Effects of whole-body-electromyostimulation on resting metabolic rate, anthropometric and neuromuscular parameters in the elderly. *J Strength Cond Res*. 2010;24:1880–7.
17. Schenk S, Fritzsche D, Buuren F. Electro-myostimulation of skeletal muscles improves physical capacity of patients with chronic congestive heart failure. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;59 Suppl 01:V218.
18. Finsterer J, Stollberger C. Severe rhabdomyolysis after MIHA-bodytec® electrostimulation with previous mild hyper-CK-emia and noncompaction. *Int J Cardiol*. 2015;180:100–2.
19. Kastner A, Braun M, Meyer T. Two cases of rhabdomyolysis after training with electromyostimulation by 2 young male professional soccer players. *Clin J Sport Med*. 2014. <http://dx.doi.org/10.1097/JSM.0000000000000153> [Epub ahead of print].
20. Filipovic A, Kleinöder H, Dormann U, Mester J. Electromyostimulation: A systematic review of the influence of training regimens and stimulation parameters on effectiveness in electromyostimulation training of selected strength parameters. *J Strength Cond Res*. 2011;25:3218–38.
21. Boeckh-Behrens WU, Bengel M. Krafttraining durch elektromyostimulation? Empirische untersuchung zu den krafteffekten bei einem elektromyostimulationstraining am BodyTransformer mit variation der belastungsdichte [monografía en Internet]. 2005 [consultado 23 Feb 2015]. Disponible en: <http://www.reizstrom-training.de/pdf/studie/Siebte-wissenschaftliche-Studie-mit-dem-BT.pdf>
22. Boeckh-Behrens WU, Mainka D. Krafttraining durch elektromyostimulation? Empirische untersuchung zu den krafteffekten bei einem elektromyostimulationstraining am BodyTransformer mit variation der trainingdauer [monografía en Internet]. 2006 [consultado 23 Feb 2015]. Disponible en: <http://www.reizstrom-training.de/pdf/studie/Neunte-wissenschaftliche-Studie-mit-dem-BT.pdf>
23. Boeckh-Behrens WU, Treu S. Vergleich der trainingseffekte von konventionellem krafttraining, maxxF und EMS-Training in den bereichen Körperszusammensetzung, Körperformung, Kraftentwicklung, Psyche und Befinden [monografía en Internet]. 2002 [consultado 23 Feb 2015]. Disponible en: <http://www.reizstrom-training.de/pdf/studie/Dritte-wissenschaftliche-Studie-mit-dem-BT.pdf>
24. Boeckh-Behrens WU, Niewöhner F, Walz T. Ermittlung der trainingseffekte eines kombination trainings von konventionellem krafttraining und elektromyostimulationstraining. Universität Bayreuth; 2003.
25. Kreuzer S, Kleinöder H, Mester J. Effects of whole body electro stimulation training and traditional strength training on various strength and blood parameter in juvenile elite water polo players. Paper presented at: 11th annual Congress of the European College of Sport Science. Lausanne, Switzerland: ECSS; 2006.
26. Speicher U, Kleinöder H. Effektivitätsprüfung klassischer und moderner krafttrainingsverfahren: differentielle kraftdiagnostik und moderne trainingsregulation. *Wissenschaftsmagazin der Deutschen Sporthochschule Köln*. 2009;14:20–2.
27. Kemmler W, von Stengel S, Schwarz J, Mayhew JL. Effect of whole-body electromyostimulation on energy expenditure during exercise. *J Strength Cond Res*. 2012;26:240–5.
28. Kemmler W, Birlauf A, von Stengel S. Effects of whole-body-electromyostimulation on body composition and cardiac risk factors in elderly men with the metabolic syndrome. The TEST-II Study. *Dtsch Z Sportmed*. 2010;61:117–23.
29. Kemmler W, Engelke K, von Stengel S. Effects of whole-body-electromyostimulation on sarcopenia in lean, elderly sedentary women. The TEST-III Study. *Dtsch Z Sportmed*. 2012;63:343.
30. Kemmler W, Bebenek M, von Stengel S. Effects of whole-body-electromyostimulation on bone mineral density in lean, sedentary elderly women with osteopenia. The randomized controlled TEST-III Study. *Osteologie*. 2013;22:121–8.



31. Kemmler W, Bebenek M, Engelke K, von Stengel S. Impact of whole-body electromyostimulation on body composition in elderly women at risk for sarcopenia: The Training and ElectroStimulation Trial (TEST-III). *Age (Dordr)*. 2014;36:395–406.
32. Kemmler W, von Stengel S. Alternative exercise technologies to fight against sarcopenia at old age: A series of studies and review. *J Aging Res*. 2012;2012:109013.
33. Kemmler W, von Stengel S. Whole-body electromyostimulation as a means to impact muscle mass and abdominal body fat in lean, sedentary, older female adults: Subanalysis of the TEST-III trial. *Clin Interv Aging*. 2013;8:1353–64.
34. Kemmler W, Schliffka R, Mayhew JL, von Stengel S. Effects of whole-body electromyostimulation on resting metabolic rate, body composition, and maximum strength in postmenopausal women: The Training and ElectroStimulation Trial. *J Strength Cond Res*. 2010;24:1880–7.
35. Wallerstein LF, Barroso R, Tricoli V, Mello MT, Ugrinowitsch C. The influence of familiarization sessions on the stability of ramp and ballistic isometric torque in older adults. *J Aging Phys Act*. 2010;18:390–400.
36. Basas A. Técnicas fisioterápicas aplicadas en el tratamiento de la patología de la rodilla: Electroestimulación neuromuscular. En: Basas A, Fernández-Peñas C, Martín-Urriale JA, editores. Tratamiento fisioterápico de la rodilla. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana; 2003. p. 64–5.
37. Ward AR, Robertson VJ, Ioannou H. The effect of duty cycle and frequency on muscle torque production using kilohertz frequency range alternating current. *Med Engin Physics*. 2004;26:569–79.
38. Liebano RE, Waszczuk S, Correa JB. The effect of burst-duty-cycle parameters of medium-frequency alternating current on maximum electrically induced torque of the quadriceps femoris, discomfort, and tolerated current amplitude in professional soccer players. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013;43:920–6.
39. Gregory CM, Dixon W, Bickel CS. Impact of varying pulse frequency and duration on muscle torque production and fatigue. *Muscle Nerve*. 2007;35:504–9.
40. Gobbo M, Maffiuletti NA, Orizio C, Minetto MA. Muscle motor point identification is essential for optimizing neuromuscular electrical stimulation use. *J Neuroeng Rehabil*. 2014;11:17.
41. Hultman E, Spriet LL. Skeletal-muscle metabolism, contraction force and glycogen utilization during prolonged electrical-stimulation in humans. *J Physiol*. 1986;374:493–501.
42. Porcari JP, McLean KP, Foster C, Kernozek T, Crenshaw B, Swenson C. Effects of electrical muscle stimulation on body composition, muscle strength, and physical appearance. *J Strength Cond Res*. 2002;16:165–72.
43. Porcari JP, Miller J, Cornwell K, Foster C, Gibson M, McLean K, et al. The effects of neuromuscular electrical stimulation training on abdominal strength, endurance, and selected anthropometric measures. *J Sports Sci Med*. 2005;4:66–75.
44. Keller BA, Katch FI. Transcutaneous electrical muscle stimulation does not alter regional arm adiposity and muscularity. *Am J Hum Biol*. 1998;10:317–26.
45. Anderson AG, Murphy MH, Murtagh E, Nevill A. An 8-week randomized controlled trial on the effects of brisk walking, and brisk walking with abdominal electrical muscle stimulation on anthropometric, body composition, and self-perception measures in sedentary adult women. *Psychol Sport Exerc*. 2006;7:437–51.
46. Fisher G, Hunter GR, Hyatt TC, Oster RA, Desmond RA, Gower BA. Effect of diet with and without exercise training on inflammation and fat distribution in overweight women. *J Gen Intern Med*. 2012;27:674–84.
47. miha.bodytech.GmbH. Miha Bodytec User Manual. Augsburg (Alemania); 2011:9.
48. Reed B. The physiology of neuromuscular electrical stimulation. *Pediatr Phys Ther*. 1997;9:96–102.
49. Compex.Medical. Manual de utilización Compex 3. Ecublens (Suiza): Compex Medical SA; 2007:9.
50. Enraf-Nonius. Serie 6. Manual de uso; 2014 [consultado 5 Mar 2015]. Disponible en: [http://www.enraf-nonius.com/docman-downloads/cat\\_view/24-01-operating-manuals?limit=100&order=name&dir=DESC&start=115](http://www.enraf-nonius.com/docman-downloads/cat_view/24-01-operating-manuals?limit=100&order=name&dir=DESC&start=115)
51. Khan FY. Rhabdomyolysis: A review of the literature. *Neth J Med*. 2009;67:272–83.
52. Ramos DA, Dorgo S. Rhabdomyolysis: Considerations for recognition and prevention for practitioners. *Strength Cond J*. 2014;36:56–61.
53. Guarascio P, Lusi EA, Soccorsi F. Electronic muscular stimulators: A novel unsuspected cause of rhabdomyolysis. *Br J Sports Med*. 2004;38:505.
54. Bickel CS, Gregory CM, Dean JC. Motor unit recruitment during neuromuscular electrical stimulation: A critical appraisal. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111:2399–407.
55. Selkowitz DM. Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical-stimulation. *Phys Ther*. 1985;65:186–96.
56. Ward AR, Shkuratova N. Russian electrical stimulation: The early experiments. *Phys Ther*. 2002;82:1019–30.
57. Rich C, Cafarelli E. Submaximal motor unit firing rates after 8 wk of isometric resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:190–6.